

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 1 291 575 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
12.03.2003 Patentblatt 2003/11

(51) Int Cl.7: **F17C 7/02**

(21) Anmeldenummer: **02014278.2**

(22) Anmeldetag: **27.06.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(71) Anmelder: **MESSER GRIESHEIM GmbH**  
**65933 Frankfurt am Main (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Henrich, Helmut**  
**50259 Puhlheim (DE)**  
• **Krüll, Joachim**  
**47138 Duisburg (DE)**

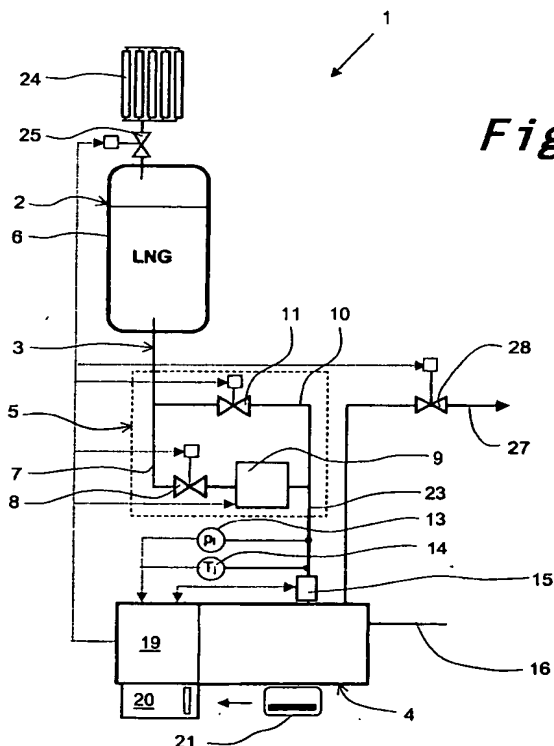
(30) Priorität: **31.08.2001 DE 10142758**

(54) **Vorrichtung und Verfahren zum Betanken von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen**

(57) Die zunehmende Bedeutung kryogener Kraftstoffe hat insbesondere im Fahrzeugbau die Entwicklung einer Vielzahl konkurrierender Tanktypen begünstigt. Die Betankungsanlagen nach dem Stande der Technik sind jedoch in der Regel nur für einen Tanktyp spezifiziert oder optimiert.

Erfindungsgemäß ist eine Tankanlage mit Mitteln ausgerüstet, die die Erfassung von Parametern des jeweils zu befüllenden Fahrzeugtanks wie Größe, Innentemperatur u. dergl. ermöglichen. Die so ermittelten Werte dienen der Regelung von Parametern des Befüllvorgangs, wie Menge, Temperatur oder Aggregatzustand des dem Fahrzeugtank zugeführten Mediums.

Auf diese Weise wird die Befüllprozedur dem jeweils zu befüllenden Tank und dessen Tankstatus angepasst. Die Befüllung erfolgt somit sehr rasch und unter Wahrung hoher Sicherheitsstandards.



**Fig.**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung sowie ein Verfahren zur Betankung von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen.

**[0002]** Kryogene Kraftstoffe, wie verflüssigtes Erdgas, verflüssigter Wasserstoff u. dergl. gewinnen wegen ihres sparsamen Energiebedarfs und ihres umweltfreundlichen Betriebs als Energieträger, insbesondere als Kraftstoff für Fahrzeuge, wie Personenkraftwagen, Bussen, Schienenfahrzeugen oder Flugzeugen zunehmend an Bedeutung.

**[0003]** Die Speicherung des Kraftstoffes erfolgt dabei sinnvollerweise in tiefkalter verflüssigter Form. Dazu wird der Kraftstoff im Fahrzeugtank durch geeignete Isoliermaßnahmen auf einen Wert unterhalb des Siedepunktes des Kraftstoffes gehalten. Zur Betankung wird dem Fahrzeugtank somit Kraftstoff in verflüssigter Form zugeführt. So erfolgt in der US 5 373 702, der DE 197 04 360 oder der US 5 231 838 die Betankung aus einem Standspeicherbehälter, in dem der Kraftstoff bei tiefer Temperatur und einem niedrigen Druck gelagert wird. Die Zuführung an den Fahrzeugtank erfolgt mittels einer Pumpe oder einer Heizeinrichtung, die den erforderlichen Druck in der Tankzuleitung herstellt. Da der Kraftstoff dem Fahrzeugtank jeweils im unterkühlten Zustand zugeführt wird, kommt es zu einer Drucksenkung im Fahrzeugtank und damit zum Einkondensieren von im Fahrzeugtank verbliebenem gasförmigem Medium. Um den erforderlichen Betriebsdruck im Fahrzeugtank herzustellen, wird daher nach Abschluss des Befüllvorgangs gasförmiger Kraftstoff zugeführt.

**[0004]** Die wachsende Bedeutung der kryogenen Kraftstoffe hat bei verschiedenen Herstellerfirmen zur Entwicklung konkurrierender Systeme geführt. Unterschiedliche Tankkonstruktionen, Verrohrungen oder Füllstandsabfragen werden favorisiert und werden auf absehbare Zeit nebeneinander existieren. Die nach dem Stand der Technik bestehenden Befüllungseinrichtungen sind jedoch oft nur für bestimmte Tanksysteme konzipiert. Besonderheiten des Aufbaus oder des Status im jeweiligen Tank werden nicht oder nur unzureichend für den Betankungsvorgang berücksichtigt, mit der Folge, dass sich die Dauer einer Betankung unverhältnismäßig verzögert.

**[0005]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist demnach, eine effizient arbeitende Tankanlage sowie ein Verfahren zur Betankung von mit kryogenem Kraftstoff betriebene Fahrzeuge zu schaffen, die universell einsetzbar ist und mit geringen Befüllungsdauern auskommt.

**[0006]** Gelöst ist diese Aufgabe durch eine Tanksäule mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1.

**[0007]** Erfindungsgemäß umfasst also eine Tankanlage für die Betankung von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen einen Vorratstank für verflüssigten kryogenen Kraftstoff, Mittel zum Erzeugen vorgegebener Einfüllparameter des Befüllungsvorgangs und/

oder des zugeführten kryogenen Kraftstoffes und eine Tankleitung zur Herstellung einer Strömungsverbindung mit einem Fahrzeugtank, wobei eine Leseeinrichtung Daten des Fahrzeugtanks vor dem Befüllvorgang und/oder während des Befüllvorgangs erfasst und eine Steuereinrichtung nach einem vorgegebenen Programm in Abhängigkeit von den erfassten Daten Steuerbefehle an die Mittel zum Erzeugen der Einfüllparameter abgibt.

**[0008]** Der Befüllvorgang wird also wesentlich durch die eingelesenen Parameter mitbestimmt. Dabei können beispielsweise als einzulesende Daten des Fahrzeugtanks in Frage kommen: Angaben zum Kraftstoff, zum Tankvolumen, zur Tankgeometrie, zum zulässigen Tankdruck, zum Datum der letzten Betankung, zur seit der letzten Betankung zurückgelegten Wegstrecke, zum aktuellen Tankdruck, zum Füllstand oder zur Innentemperatur im Tank. Als Einfüllparameter kommen beispielsweise in Betracht: Art und Aggregatzustand des einzufüllenden Kraftstoffes, Grad der Unterkühlung, d. h. Temperatur, Fülldruck, Füllmenge oder Strömungsgeschwindigkeit des zugeführten flüssigen kryogenen Kraftstoffes, Entspannung des Fahrzeugtankinhalts während des Befüllvorgangs. Zur Einstellung dieser Parameter können alle dem Fachmann geläufige Mittel, wie Wärmetauscher, Druckerzeuger, Armaturen wie Ventile oder Schieber, etc zum Einsatz kommen.

**[0009]** Mit der erfindungsgemäßen Tankanlage lassen sich somit mit einem Minimum an personellen oder apparativem Aufwand eine Vielzahl von unterschiedlichen Tanktypen, unabhängig vom jeweiligen Füllzustand, betanken, wobei zugleich die Einhaltung hoher Sicherheitsstandards gewährleistet wird.

**[0010]** In einer ersten besonderen Ausgestaltung der Erfindung umfasst die Leseeinrichtung ein Chipkartenlesegerät. Die Daten des Fahrzeugtanks werden dabei in einer Chipkarte gespeichert, die fest vorgegebene Daten zum Fahrzeugtanktyp enthält und/oder solche Daten, die beim Betrieb des Fahrzeugs hinsichtlich des aktuellen Tankstatus fortlaufend aktualisiert werden. Die Chipkarte wird vor dem Betankungsvorgang dem Chipkartenlesegerät zugeführt.

**[0011]** Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Leseeinrichtung ein berührungsfreies Erfassungssystem umfasst. Die Daten können somit erfasst werden, ohne dass Bedienpersonal oder Kunden hierzu tätig werden müssen. Die Daten können beispielsweise beim Anfahren des zu betankenden Fahrzeugs an die Tankanlage erfasst werden.

**[0012]** Eine wieder andere Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Leseeinrichtung eine Datenerfassungseinrichtung umfasst, die erst beim Verbinden der Tankleitung mit der Einfüll-Leitung des Fahrzeugtanks aktiv wird. Der die zu lesenden Daten aufnehmende Datenträger sowie das Datenerfassungssystem sind dabei in den Verbindungsmitteln angeordnet, welche die Verbindung zwischen Tankleitung und Einfüll-Leitung herstellen.

**[0013]** Vorteilhafterweise umfassen die Mittel zum Erzeugen der Einfüllparameter Mittel zum Einstellen einer vorgegebenen Temperatur des zugeführten kryogenen Kraftstoffes und/oder Mittel zur Einstellung eines vorgegebenen Fülldrucks. Diese Parameter sind bei der Betankung von mit kryogenen Kraftstoffen betriebenen Fahrzeugen besonders wichtig. Die Temperierung des Kraftstoffes ermöglicht bereits während oder unmittelbar nach der Betankung die Herstellung eines Siedezustandes im Fahrzeugtank, der dem des Betriebszustands des Fahrzeugtanks zumindest annähernd entspricht. Die Einstellung eines Fülldrucks, der sich an den zulässigen Werten des jeweils zu befüllenden Tanks orientiert, ermöglicht eine rasche und gefahrlose Befüllung des jeweiligen Tanktyps.

**[0014]** Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 6 gelöst.

**[0015]** Beim erfindungsgemäßen Verfahren wird verflüssigter kryogener Kraftstoff aus einem Vorratstank mit vorgegebenen Einfüllparametern, wie Fülldruck oder Temperatur des zugeführten kryogenen Kraftstoffes, einem Fahrzeugtank zugeführt, wobei vor und/oder während des Befüllvorgangs Daten des zu befüllenden Fahrzeugtanks erfasst und nach einem vorgegebenen Programm in Abhängigkeit von den erfassten Daten ein Fülldruck und/oder eine Temperatur des zu befüllenden kryogenen Kraftstoffes eingestellt werden.

**[0016]** Das Verfahren ermöglicht so eine auf den jeweiligen Tanktyp zugeschnittene Befüllprozedur. Die Befüllung kann auch unter Wahrung hoher Sicherheitsanforderungen sehr rasch erfolgen. Es erlaubt insbesondere auch die Nach- oder Teilfüllung von Fahrzeugtanks in allen Füllzuständen.

**[0017]** Anhand der Zeichnung soll nachfolgend ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert werden.

**[0018]** Die einzige Zeichnung (Fig.) zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Tankanlage zur Betankung von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen.

**[0019]** Die Tankanlage 1 umfasst einen Vorratstank 2 für flüssigen, kryogenen Kraftstoff, der über eine Flüssigzuleitung 3 mit einer Tanksäule 4 verbunden ist.

**[0020]** Der Vorratstank 2, in dem verflüssigter, kryogener Kraftstoff, wie etwa Wasserstoff oder Erdgas (LNG) unterkühlt, d.h. bei Temperaturen deutlich unterhalb der Siedetemperatur des Kraftstoffes, gespeichert werden kann, ist für die dauerhafte Speicherung des Kraftstoffes mit wärmeisolierten und druckfesten Wänden 6 versehen.

**[0021]** In der Flüssigzuleitung 3 sind Mittel 5 zur Erzeugung einer vorgegebenen Temperatur des Kraftstoffes angeordnet. Bei diesen Mitteln 5 handelt es sich im Ausführungsbeispiel um ein kontinuierlich zwischen einer Schließposition und einer Position mit maximalem Strömungsdurchfluss verstellbares Ventil 8 sowie ein vorzugsweise mit Wasser als Wärmequelle betriebener

Wärmeübertrager 9, die in einem Leitungsabschnitt 7 nacheinander angeordnet sind. Eine Bypassleitung 10 mit eingebautem, gleichfalls kontinuierlich verstellbarem Ventil 11 umgeht den Leitungsabschnitt 7. Zur Regelung der Temperatur wird ein erster Teil des dem Fahrzeugtank insgesamt zugeführten Kraftstoffes durch den Leitungsabschnitt 7 hindurchgeführt und vom Wärmetauscher 9 erwärmt, ein zweiter Teil des Kraftstoffes wird im unterkühlten, d.h. nicht erwärmten Zustand durch die Bypassleitung 10 hindurchgeführt und in einer Mischstrecke 21 der Flüssigzuleitung mit dem aus dem Leitungsabschnitt 7 herangeführten erwärmten Kraftstoff gemischt. Die Regelung erfolgt dabei weitgehend über die Regulierung der Mengendurchflüsse durch den Leitungsabschnitt 7 bzw. die Bypassleitung 10. Im weiteren Verlauf der Flüssigzuleitung 3 sind Mess-Sonden 13,14 angeordnet. Die Mess-Sonde 13 dient zur Erfassung des Drucks, die Mess-Sonde 14 dient zur Erfassung der Temperatur des durch die Flüssigzuleitung 3 hindurchgeführten kryogenen Kraftstoffes. In der Flüssigzuleitung 3 ist weiterhin ein Durchflussmesser 15 angeordnet.

**[0022]** Die Tanksäule 4 ist zur Weitergabe des flüssigen kryogenen Kraftstoffes an einen - hier nicht gezeigten - Fahrzeugtank mit einer Tankleitung 16 versehen. Bei der Tankleitung 16 handelt es um eine einrohrige, zum Transport von tiefkalten Medien geeignete Schlauchleitung, die in bekannter Weise vor Beginn des eigentlichen Tankvorgangs mit einer Einfüll-Leitung des Fahrzeugtanks druckdicht verbunden wird. Anstelle einer einrohrigen Ausführung der Tankleitung 16 können auch zweirohrige Schlauchleitungen zum Einsatz kommen, diese bieten jedoch im Sinne der Erfindung keinen Vorteil.

**[0023]** Zur Herstellung des für die Betankung notwendigen Fülldrucks ist im Ausführungsbeispiel ein Bündel von Druckgasflaschen 24 mit einem Betriebsdruck von beispielsweise 300 bar vorgesehen, das über eine mittels eines Reduzierventil 25 sperrbare Druckleitung in dem Vorratstank 2 einen Stützdruck von beispielsweise 10 bar erzeugt. Beim Befüllen im Fahrzeugtank entstehendes Abgas aus gasförmigem Kraftstoff wird aus der Tankzuleitung 16 über eine Abgasleitung 27 abgeführt, die mit einem Ventil 28 verschließbar ist.

**[0024]** Um die Parameter des Befüllvorgangs den Erfordernissen anzupassen, ist in der Tanksäule 4 eine elektronische Steuereinrichtung 19 integriert. Der Steuereinheit 19 ist ein elektronisches Lesegerät 20 - im Ausführungsbeispiel ein Chipkartenleser - zum Lesen einer Chipkarte 21 zugeordnet, die für den Befüllvorgang wesentliche Daten enthält. Auf der Chipkarte 21 können insbesondere folgende Daten enthalten sein: Angaben zum Kraftstoff, zum Tankvolumen, zur Tankgeometrie, zum zulässigen Tankdruck, zum Datum der letzten Betankung, zur seit der letzten Betankung zurückgelegten Wegstrecke, zum aktuellen Tankdruck, zum Füllstand oder zur Innentemperatur im Tank. Zusätzliche Angaben, etwa zur Person des Inhabers oder

zum Fahrzeug können ebenfalls auf der Chipkarte enthalten sein. Derartige zusätzliche Angaben sind jedoch für die Erfindung ohne Belang. Anstelle von Chipkarte 21 und Lesegerät 20 kann die Übermittlung der Daten auch auf andere Weise erfolgen, beispielsweise durch ein berührungsloses Datenübertragungssystem.

[0025] Die Steuereinrichtung 19 ist weiterhin mit den Mess-Sonden 13, 14 zur Erfassung von Temperatur und Druck sowie mit dem Durchflussmesser 15 datenverbunden, von denen laufend oder in vorgegebenen Zeitabständen aktuelle Daten zum Befüllvorgang, wie etwa Druck, Menge und Temperatur des zugeführten Kraftstoffs an die Steuereinrichtung 19 übermittelt werden.

[0026] Mit den so gewonnenen Parametern berechnet die Steuereinrichtung 19 nach einem vorgegebenen Programm fortlaufend Werte der Befüllparameter - hier Temperatur des Kraftstoffes, Fülldruck und Mengendurchfluss- die für den jeweiligen Tanktyp und den jeweiligen Füllzustand geeignet sind. Die Umsetzung erfolgt durch entsprechende Steuerbefehle der Steuereinrichtung 19 an die dafür vorgesehenen Stellmittel - hier insbesondere die Ventile 8, 11, 25. Dabei besteht während des Befüllvorgangs kein Datenaustausch zwischen dem zu befüllenden Fahrzeug und der Steuereinrichtung. Alle für die Befüllung notwendigen Parameter werden entweder vor dem Befüllvorgang eingelesen oder tankanlagenseitig erfasst.

[0027] Die Erfindung ist nicht auf die Regelung der oben beispielhaft angegebenen Einfüllparameter beschränkt. Die mit der Steuereinrichtung 19 und dem Lesegerät 20 ausgerüstete Tanksäule 4 kann auch bei anderen Systemen Verwendung finden, wie sie etwa in den Dokumenten US-5 373 702, DE 197 04 360 A1, DE 41 04 766 oder US 5 231 838 beschrieben sind. All diese Dokumente beschreiben Betankungsanlagen, bei denen im Verlauf des Betankungsvorgangs bestimmte Parameter des Befüllvorgangs geändert werden müssen, wie beispielsweise der Aggregatzustand des zugeführten Kraftstoffes, die Leistung einer Kraftstoff-Förderpumpe oder einer Heizeinrichtung zur Erzeugung eines Fülldrucks in einem Portionierungsbehälter oder Ventilstellungen zur Steuerung von Gas- oder Flüssigkeitsströmen.

#### Bezugszeichenliste

[0028]

- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| <p>1. Tankanlage</p> <p>2. Vorratstank</p> <p>3. Flüssigzuleitung</p> <p>4. Tanksäule</p> <p>5. Mittel</p> <p>6. Wände (des Vorratstanks)</p> <p>7. Leitungsabschnitt</p> <p>8. Ventil</p> <p>9. Wärmeübertrager</p> <p>10. Bypassleitung</p> | <p>11. Ventil</p> <p>12. -</p> <p>13. Mess-Sonde (für Druck)</p> <p>14. Mess-Sonde (für Temperatur)</p> <p>15. Durchflussmesser</p> <p>16. Tankleitung</p> <p>17. -</p> <p>18. -</p> <p>19. Steuereinrichtung</p> <p>20. Lesegerät</p> <p>21. Chipkarte</p> <p>22. -</p> <p>23. Mischstrecke</p> <p>24. Druckgasflaschenbündel</p> <p>25. Reduzierentil</p> <p>26. -</p> <p>27. Abgasleitung</p> <p>28. Ventil</p> | <p>20</p> <p>25</p> <p>30</p> <p>35</p> <p>40</p> <p>45</p> <p>50</p> <p>55</p> | <p><b>Patentansprüche</b></p> <p>1. Tankanlage für die Betankung von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen, mit einem Vorratstank (2) für verflüssigten kryogenen Kraftstoff, mit Mitteln zum Erzeugen vorgegebener Einfüllparameter des Befüllungsvorgangs und/oder des zugeführten kryogenen Kraftstoffes und mit einer Tankleitung zum zur Herstellung einer Strömungsverbindung mit einem Fahrzeugtank, <b>gekennzeichnet durch</b> eine Leseeinrichtung (20) und eine Steuereinrichtung (19), welche Leseeinrichtung (20) Daten des Fahrzeugtanks vor dem Befüllvorgang und/oder während des Befüllvorgangs erfasst und welche Steuereinrichtung (19) nach einem vorgegebenen Programm in Abhängigkeit von den erfassten Daten Steuerbefehle an die Mittel zum Erzeugen der Einfüllparameter abgibt.</p> <p>2. Tankanlage nach Anspruch 1, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Leseeinrichtung (20) ein Chipkartenlesegerät umfasst.</p> <p>3. Tankanlage nach Anspruch 1 oder 2, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Leseeinrichtung (20) ein berührungsloses Erfassungssystem umfasst.</p> <p>4. Tankanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Leseeinrichtung (20) an den die Verbindung der Tankleitung (16) mit der Einfüll-Leitung vermittelnden Verbindungsmitteln angeordnete Datenerfassungseinrichtungen umfasst.</p> <p>5. Tankanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, <b>dadurch gekennzeichnet, dass</b> die Mittel zum Erzeugen der Einfüllparameter Mittel (5)</p> |
|---|--|---|--|

zum Einstellen einer vorgegebenen Temperatur des zugeführten kryogenen Kraftstoffes und/oder Mittel (22,23) zur Einstellung eines vorgegebenen Fülldrucks umfassen.

5

6. Verfahren zur Betankung von mit kryogenem Kraftstoff betriebenen Fahrzeugen, bei dem verflüssigter kryogener Kraftstoff aus einem Vorratstank (2) mit vorgegebenen Einfüllparametern, wie Fülldruck oder Temperatur des zugeführten kryogenen Kraftstoffes, einem Fahrzeugtank zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** vor und/oder während des Befüllvorgangs Daten des zu befüllenden Fahrzeugtanks erfasst werden und nach einem vorgegebenen Programm in Abhängigkeit von den erfassten Daten ein Fülldruck und/oder eine Temperatur des zu befüllenden kryogenen Kraftstoffs eingestellt wird/werden.

10  
15  
20

25

30

35

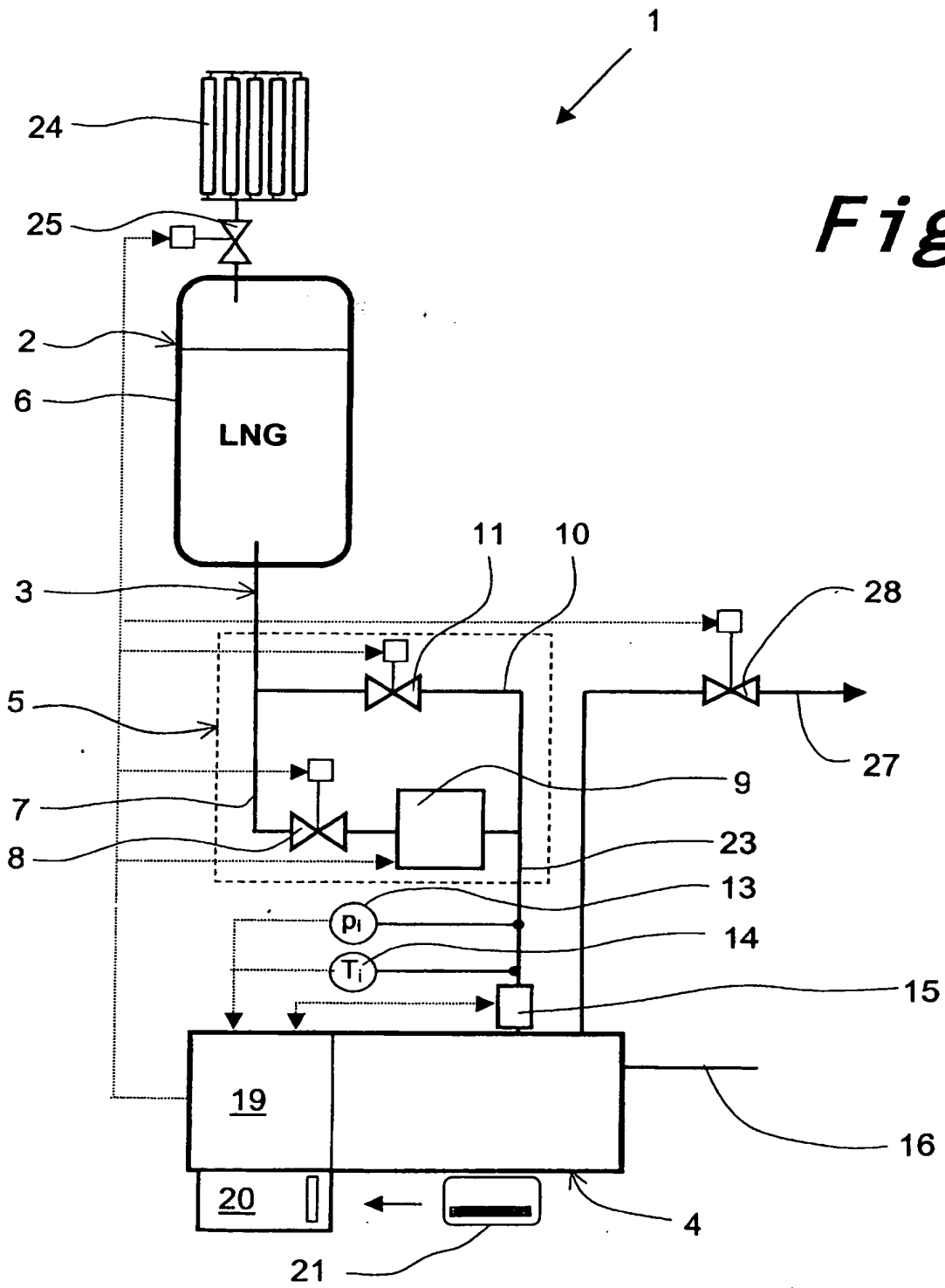
40

45

50

55

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**